

24.12.2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年 1 2 月 2 6 日  
Date of Application:

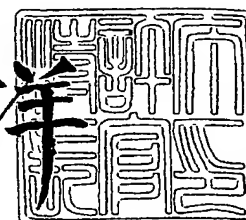
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 4 3 1 9 3 9  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 4 3 1 9 3 9 ]

出      願      人            株式会社フューチャービジョン  
Applicant(s):            大見 忠弘

2 0 0 5 年   2 月   3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



出証番号    出証特 2 0 0 5 - 3 0 0 6 4 0 2

【書類名】 特許願  
【整理番号】 JPPFV0003  
【提出日】 平成15年12月26日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 21/304  
【発明者】  
    【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2丁目1-17-301  
    【氏名】 大見 忠弘  
【発明者】  
    【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区貝ヶ森1丁目25-21  
    【氏名】 平山 昌樹  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBSセンター 東京エレクト  
    ロン株式会社内  
    【氏名】 堀口 貴弘  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBSセンター 東京エレクト  
    ロン株式会社内  
    【氏名】 廣江 昭彦  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBSセンター 東京エレクト  
    ロン株式会社内  
    【氏名】 北村 昌幸  
【特許出願人】  
    【識別番号】 502266320  
    【氏名又は名称】 株式会社フューチャービジョン  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000205041  
    【氏名又は名称】 大見 忠弘  
【代理人】  
    【識別番号】 100094651  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 大川 晃  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100123478  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 田邊 隆  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 089234  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

## 【書類名】特許請求の範囲

## 【請求項 1】

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理方法において、

プラズマヘッドにH面スロットアンテナを備え、該スロットアンテナのスロットを $\lambda g/2$ のピッチで導波管の中心線を挟んで交互に形成し、かつ、前記スロットから前記プラズマヘッドの放出端までの距離 $n \cdot \lambda g/2$ を有する、ここで、 $\lambda g$ :マイクロ波の管内波長、 $n$ :整数、均一化線路を配置したことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理方法。

## 【請求項 2】

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理方法において、

プラズマヘッドにE面スロットアンテナを備え、該スロットアンテナのスロットを $\lambda g$ のピッチで導波管の中心線上に形成し、かつ、前記スロットから前記プラズマヘッドの放出端までの距離 $n \cdot \lambda g/2$ を有する、ここで、 $\lambda g$ :マイクロ波の管内波長、 $n$ :整数、均一化線路を配置したことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理方法。

## 【請求項 3】

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理方法において、

プラズマヘッドに均一化線路を備え、該均一化線路を高誘電率の材料で構成して、前記プラズマヘッドでの定在波の低減をしたマイクロ波プラズマ処理方法。

## 【請求項 4】

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理方法において、

プラズマヘッドに均一化線路を備え、該均一化線路を石英で構成し、その端部を $1/4\lambda$ 延長して、

ここで、 $\lambda$ :石英内での自由空間波長、

前記プラズマヘッドでの定在波の低減をしたマイクロ波プラズマ処理方法。

## 【請求項 5】

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理方法において、

プラズマヘッドに均一化線路を備え、該均一化線路の端部に誘電損失の大きな電磁波吸収材を装着して、前記プラズマヘッドでの定在波の低減をしたマイクロ波プラズマ処理方法。

## 【請求項 6】

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理方法において、

プラズマヘッド内に設けた成膜ガス供給ノズルを成膜ガスがダウンフローするように構成したことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理方法。

## 【請求項 7】

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理方法において、

プラズマヘッド内に設けた成膜ガス供給ノズルを成膜ガスがサイドフローするように構成したことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理方法。

**【請求項 8】**

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理方法において、

プラズマヘッド内にシールドガスを供給するシールドガス供給管を接続し、該シールドガス供給管の下流側のプラズマ処理室内にシールドガスの均一供給を行う抵抗板を設けるとともに、排気側に均一排気を行う抵抗板を設けたことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理方法。

**【請求項 9】**

前記プラズマ処理室内の圧力  $P_1$  を前記プラズマヘッドの最外周部の圧力  $P_3$  より小とし、かつ圧力  $P_3$  を均一排気を行なう抵抗板近傍の圧力  $P_2$  より小としてガスシールドを形成して前記プラズマヘッドからのガスの漏洩を防止した請求項 8 に記載のマイクロ波プラズマ処理方法。

**【請求項 10】**

前記マイクロ波プラズマ処理方法が、マイクロ波プラズマ CVD 処理方法であることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載のマイクロ波プラズマ処理方法。

**【請求項 11】**

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理装置において、

プラズマヘッドに H 面スロットアンテナを備え、該スロットアンテナのスロットを  $\lambda g/2$  のピッチで導波管の中心線を挟んで交互に形成し、かつ、前記スロットから前記プラズマヘッドの放出端までの距離  $n \cdot \lambda g/2$  を有する、ここで、 $\lambda g$ : マイクロ波の管内波長、 $n$ : 整数、均一化線路を配置したことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

**【請求項 12】**

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理装置において、

プラズマヘッドに E 面スロットアンテナを備え、該スロットアンテナのスロットを  $\lambda g$  のピッチで導波管の中心線上に形成し、かつ、前記スロットから前記プラズマヘッドの放出端までの距離  $n \cdot \lambda g/2$  を有する、ここで、 $\lambda g$ : マイクロ波の管内波長、 $n$ : 整数、均一化線路を配置したことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

**【請求項 13】**

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理装置において、

プラズマヘッドに均一化線路を備え、該均一化線路を高誘電率の材料で構成して、前記プラズマヘッドでの定在波の低減をしたマイクロ波プラズマ処理装置。

**【請求項 14】**

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理装置において、

プラズマヘッドに均一化線路を備え、該均一化線路を石英で構成し、その端部を  $1/4 \lambda$  延長して、

ここで、 $\lambda$ : 石英内での自由空間波長、

前記プラズマヘッドでの定在波の低減をしたマイクロ波プラズマ処理装置。

**【請求項 15】**

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理装置において、

プラズマヘッドに均一化線路を備え、該均一化線路の端部に誘電損失の大きな電磁波吸収材を装着して、前記プラズマヘッドでの定在波の低減をしたマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 16】

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理装置において、

プラズマヘッド内に設けた成膜ガス供給ノズルを成膜ガスがダウンフローするように構成したことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 17】

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理装置において、

プラズマヘッド内に設けた成膜ガス供給ノズルを成膜ガスがサイドフローするように構成したことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 18】

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理装置において、

プラズマヘッド内にシールドガスを供給するシールドガス供給管を接続し、該シールドガス供給管の下流側のプラズマ処理室内にシールドガスの均一供給を行う抵抗板を設けるとともに、排気側に均一排気を行う抵抗板を設けたことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 19】

前記プラズマ処理室内の圧力  $P_1$  を前記プラズマヘッドの最外周部の圧力  $P_3$  より小とし、かつ圧力  $P_3$  を均一排気を行なう抵抗板近傍の圧力  $P_2$  より小としてガスシールドを形成して前記プラズマヘッドからのガスの漏洩を防止した請求項 18 に記載のマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 20】

前記マイクロ波プラズマ処理装置が、マイクロ波プラズマ CVD 装置であることを特徴とする請求項 11 から 19 のいずれか 1 項に記載のマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 21】

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理装置において、

プラズマヘッドに H 面スロットアンテナを備え、該スロットアンテナのスロットを  $\lambda_g/2$  のピッチで導波管の中心線を挟んで交互に形成し、かつ、前記スロットから前記プラズマヘッドの放出端までの距離  $n \cdot \lambda_g/2$  を有する、ここで、 $\lambda_g$ : マイクロ波の管内波長、 $n$ : 整数、均一化線路を配置したことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置のプラズマヘッド。

【請求項 22】

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理装置において、

プラズマヘッドに E 面スロットアンテナを備え、該スロットアンテナのスロットを  $\lambda_g$  のピッチで導波管の中心線上に形成し、かつ、前記スロットから前記プラズマヘッドの放出端までの距離  $n \cdot \lambda_g/2$  を有する、ここで、 $\lambda_g$ : マイクロ波の管内波長、 $n$ : 整数、均一化線路を配置したことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置のプラズマヘッド。

【請求項 23】

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理装置において、

プラズマヘッドに均一化線路を備え、該均一化線路を高誘電率の材料で構成して、前記プラズマヘッドでの定在波の低減をしたマイクロ波プラズマ処理装置のプラズマヘッド。

【請求項24】

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理装置において、

プラズマヘッドに均一化線路を備え、該均一化線路を石英で構成し、その端部を $1/4\lambda$ 延長して、

ここで、 $\lambda$ : 石英内での自由空間波長、

前記プラズマヘッドでの定在波の低減をしたマイクロ波プラズマ処理装置のプラズマヘッド。

【請求項25】

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理装置において、

プラズマヘッドに均一化線路を備え、該均一化線路の端部に誘電損失の大きな電磁波吸収材を装着して、前記プラズマヘッドでの定在波の低減をしたマイクロ波プラズマ処理装置のプラズマヘッド。

【請求項26】

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理装置において、

プラズマヘッド内に設けた成膜ガス供給ノズルを成膜ガスがダウンフローするように構成したことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置のプラズマヘッド。

【請求項27】

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理装置において、

プラズマヘッド内に設けた成膜ガス供給ノズルを成膜ガスがサイドフローするように構成したことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置のプラズマヘッド。

【請求項28】

マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理装置において、

プラズマヘッド内にシールドガスを供給するシールドガス供給管を接続し、該シールドガス供給管の下流側のプラズマ処理室内にシールドガスの均一供給を行う抵抗板を設けるとともに、排気側に均一排気を行う抵抗板を設けたことを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置のプラズマヘッド。

【請求項29】

前記プラズマ処理室内の圧力 $P_1$ を前記プラズマヘッドの最外周部の圧力 $P_3$ より小とし、かつ圧力 $P_3$ を均一排気を行なう抵抗板近傍の圧力 $P_2$ より小としてガスシールドを形成して前記プラズマヘッドからのガスの漏洩を防止した請求項28に記載のマイクロ波プラズマ処理装置のプラズマヘッド。

【請求項30】

前記マイクロ波プラズマ処理装置が、マイクロ波プラズマCVD処理装置であることを特徴とする請求項20から29のいずれか1項に記載のプラズマヘッド。

【請求項31】

請求項 1 の方法を用いて成膜することを特徴とする F P D または半導体デバイスの製造方法。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】マイクロ波プラズマ処理方法、マイクロ波プラズマ処理装置及びそのプラズマヘッド

## 【技術分野】

【0001】

本発明は、FPD（フラットパネル・ディスプレイ）用大型ガラス基板、ウエハ等の基板のマイクロ波プラズマ処理に用いるマイクロ波プラズマ処理方法、マイクロ波処理装置及びそのプラズマヘッドに関する。

## 【背景技術】

【0002】

従来、例えば、FPD用大型ガラス基板、ウエハ等の基板のマイクロ波プラズマCVD処理装置では、真空状態に保たれたロードロック室を経て、同じく所定の真空状態に維持された処理室内にプラズマCVD処理を施す基板を搬入・搬出して枚葉式で所定のバッチ処理を行っていた。そのため、基板の処理室への搬入・搬出毎に処理室内の真空引き及び大気開放を行わなければならない、とくに複数の異った処理を基板に施す場合には、それぞれの処理は、隔離された複数の空間（処理室）を移動しながら、バッチ式で行わざるをえなかった。それ故、基板のCVD処理が連続的に行えず、また、高価な真空処理手段を必要としていた。

【0003】

そこで、このような真空処理手段を不要とし、かつ、インライン方式で連続的に大気圧（常圧）下でプラズマCVD処理を行う技術が出現した。この常圧プラズマCVD技術では、真空を使わず大気圧のままで動作するプラズマ技術を用いウエハ等の被処理基板を連続的にCVD、エッチング、あるいはアッシング処理する（非特許文献1）。さらに、この常圧プラズマCVD技術では、ベルトコンベアのような循環式のウエハ搬送装置上にウエハを載置し、複数の常圧プラズマ装置により異った処理を流れ生産方式で行うようにしている（非特許文献2）。

【0004】

また、さらに、電磁波を用いて線状のプラズマを形成し、被処理体表面を線状プラズマに対して水平に保ちつつ、被処理物（例えば、ウエハ）とプラズマの相対位置を移動しつつ被処理物の表面処理を行なうプラズマ処理装置（例えば、CVD装置）が提案されている（特許文献1）。

【非特許文献1】湯浅基和、真空を使わないプラズマCVD技術、NIKKEI MICRODEVICES 2001年1月号 3頁

【非特許文献2】湯浅基和、真空を使わないプラズマ技術、NIKKEI MICRODEVICES 2001年4月号 139～146頁

【特許文献1】特開2001-93871号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、このような従来のマイクロ波プラズマCVD処理方法及び処理装置では、インライン方式で連続して異った処理を行うことができるが、プラズマヘッドのマイクロ波供給部でのマイクロ波の不均一性、処理ガスのフローとガスシールド不完全性、定在波によるプラズマ密度の不均一化及びプラズマヘッドのスロット部における異常放電の防止、等において問題点があった。

【0006】

そこで、本発明は、このような従来のマイクロ波プラズマCVD処理方法及び処理装置のもつ問題点に鑑みてなされたもので、これらの問題点を除去することにより、高密度マイクロ波源を利用して線状、かつ高密度プラズマを発生させ、連続して異種の成膜処理を可能にしたマイクロ波プラズマ処理方法、マイクロ波プラズマ処理装置及びそのプラズマヘッドを提供することを目的としている。



## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明のマイクロ波プラズマ処理方法、マイクロ波プラズマ処理装置及びそのプラズマヘッドは、マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力で処理を被処理物に施す際、プラズマヘッドにH面スロットアンテナを備え、該スロットアンテナのスロットを $\lambda g/2$ のピッチで導波管の中心線を挟んで交互に形成し、かつ、前記スロットから前記プラズマヘッドの放出端までの距離 $n \cdot \lambda g/2$ を有する、ここで、 $\lambda g$ :マイクロ波の管内波長、均一化線路を配置したことを特徴とする。

## 【0008】

また、本発明のマイクロ波プラズマ処理方法、マイクロ波プラズマ処理装置及びそのプラズマヘッドは、同様の処理条件下において、プラズマヘッドにE面スロットアンテナを備え、該スロットアンテナのスロットを $\lambda g$ のピッチで導波管の中心線上に形成し、かつ、前記スロットから前記プラズマヘッドの放出端までの距離を $n \cdot \lambda g/2$ を有する、ここで、 $\lambda g$ :マイクロ波の管内波長、均一化線路を配置したことを特徴とする。

## 【0009】

さらに、本発明のマイクロ波プラズマ処理方法、マイクロ波プラズマ処理装置及びそのプラズマヘッドは、同様の処理条件下において、プラズマヘッドに均一化線路を備え、該均一化線路を高誘電率の材料で構成して、また、該均一化線路を石英で構成し、その端部を $1/4 \lambda$ 延長して、ここで、 $\lambda$ :石英の自由空間波長、さらに、該均一化線路の端部に誘電損失の大きな電磁波吸収材を装着して、前記プラズマヘッドでの定在波の低減をしたことを特徴とする。

## 【0010】

またさらに、本発明のマイクロ波プラズマ処理方法、マイクロ波プラズマ処理装置及びそのプラズマヘッドは、同様の処理条件下において、プラズマヘッド内に設けた成膜ガス供給ノズルを成膜ガスがダウンフローするように、また、成膜ガス供給ノズルを成膜ガスがサイドフローするように構成したことを特徴とする。

## 【0011】

さらに、本発明のマイクロ波プラズマ処理方法、マイクロ波プラズマ処理装置及びそのプラズマヘッドは、同様の処理条件下において、プラズマヘッド内にシールドガスを供給する供給管を接続し、該シールドガス供給管の下流側のプラズマ処理室内にシールドガスの均一供給を行う抵抗板を設けるとともに、排気側に均一排気を行う抵抗板を設け、また、前記プラズマ処理室内の圧力 $P_1$ を前記プラズマヘッドの最外周部の圧力 $P_3$ より小とし、かつ圧力 $P_3$ を均一排気を行なう抵抗板近傍の圧力 $P_2$ より小として前記プラズマヘッドからのガスの漏洩を防止することを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0012】

本発明のマイクロ波プラズマ処理方法、マイクロ波プラズマ処理装置及びそのプラズマヘッドによれば、高密度マイクロ波源を利用して、プラズマヘッドから線状に高密度プラズマを発生させたので、連続した高精度のCVD処理が可能となるとともに、異なるプラズマ源を成膜処理する基板の搬送方向に並べて配置したので、連続した異種成膜が可能となる。

## 【0013】

さらに、本発明のマイクロ波プラズマ処理方法、マイクロ波プラズマ処理装置及びそのプラズマヘッドの均一化線路によれば、その基本寸法の最適条件の設定、定在波の除去により、より均一なマイクロ波をプラズマヘッドのスリットから放出でき、かつ、ガスダウンフローとガスサイドフローのガスの流し方とにより、成膜ガスの均一性が保たれるとともに、成膜レートの向上を図ることができる。

## 【0014】

また、極めて精度の高い成膜ガスのガスシールドが得られる等の、格別な効果を奏する

ようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、添付図面に基づいて本発明のマイクロ波プラズマ処理方法、マイクロ波プラズマ処理装置及びそのプラズマヘッドの実施の形態を詳細に説明する。

【0016】

#### マイクロ波プラズマCVD装置

まず、添付した図1と図2に示すように、本発明の一実施形態であるマイクロ波プラズマCVD装置（以下、「本発明のCVD装置」という）1は、基板G（例えば、ガラス基板）をプラットホーム6aあるいは6bからロードロックモジュール2に搬入して、搬送アーム2aによりトランスファモジュール3を経て、そのロボットアーム3aによりプロセスモジュール4に搬入して、プラズマヘッド5により高密度の線状プラズマを発生させ、その存在下で、基板（被処理物）Gの処理面を線状プラズマに水平に保ちつつ、基板GにプラズマCVD処理をインライン方式で連続して行うようになっている。とくに、プラズマヘッド5は、後述するように（図3参照）、複数の異った複数の成膜プロセスが実施できるように、異った成膜ガスを適用できる1基あるいは数基の同種のプラズマヘッドを並列・クラスタリングして構成されている。

【0017】

ここで、トランスファモジュール3から基板Gは、ロボットアーム3aにより搬出され、プロセスモジュール4内をガイドロール9bにより案内されて循環する無端式基板搬送機構9に配設された基板ステージ9a上に載置され静電チャック（図示せず）等により固定されてプロセスモジュール4内を移動しつつ、プラズマヘッド5によりCVD処理される。プラズマCVD処理後の基板Gは、基板ステージ9aから離脱されてプロセスモジュール4の終端から次の処理工程へ搬出され、空となった基板ステージ9aは、無端式基板搬送機構9によりプロセスモジュール4の始端に戻るようになっている。また、無端式基板搬送機構9の下部には、ガスユニット7と冷却水ユニット8が配設してある。

【0018】

#### プラズマヘッド

本発明の一実施形態であるマイクロ波プラズマCVD装置に用いるプラズマヘッド5は、図3に示すように、複数基、例えば3基5a、5b、5c、隔離壁（図示なし）を介して並置され、異った成膜ガスにより異った成膜処理を基板ステージ9aに載置された基板Gに大気圧（常圧）下あるいはその近傍の圧力下で施すように構成する。例えば、表1に示すように、プラズマヘッド5aでは、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜用ガスによる成膜プロセスを、プラズマヘッド5bでは、a-Si膜用ガスによる成膜プロセスを、また、プラズマヘッド5cでは、n<sup>+</sup>Si膜用ガスによる成膜プロセスをそれぞれ施し、基板Gの表面に異った成膜層3層を形成するようになっている。

【0019】

このプラズマヘッド5には、図4に示すようなマイクロ波供給部50を適用する。

【0020】

【表 1】

| 成膜ガス                                     | プロセスガス                              | クリーニングガス      | キャリアガス   |
|--|-------------------------------------|---------------|----------|
| N+Siプロセス                                 | $\text{SiH}_4\text{PH}_3$           | $\text{NF}_3$ | ArあるいはHe |
| a-Siプロセス<br>$\text{Si}_3\text{N}_4$ プロセス | $\text{SiH}_4\text{NH}_2\text{H}_2$ | $\text{NF}_3$ | ArあるいはHe |
| パルク材撥水処理<br>直接強化                         | $\text{F}_2, \text{O}_2$            | $\text{NF}_3$ | Ar       |
| ステージクリーニング                               | —                                   | $\text{NF}_3$ | Ar       |

図 4 に示すマイクロ波供給部 50 は、プラズマヘッド 5 に内蔵され、マイクロ波励起大気圧線（ライン）状プラズマ発生部として機能する（図 4 では、その構成を明確に示すために天地を逆にして図示してある。）。

## 【0021】

このマイクロ波供給部 50 は、図 5 に示すように、マイクロ波を用いて線（ライン）状のプラズマを形成するのに用いられ、H 面あるいは E 面スロットアンテナとしての導波管 51 と均一化線路 52 とから構成されている。導波管 51 には、均一化線路 52 との間に複数のスロット 53 からなるスロットアレイ（スロット板）51c が形成され、このスロット板 51c は、例えば図 6 に示すように、H 面アンテナでは、管内波長  $\lambda_g$  の  $1/2$  のピッチで導波管 51 の中心線より左右に交互（千鳥状）に配置された複数のスロット 53 により構成されている。そして、均一化線路 52 の終端であるマイクロ波放出端 54 には、スリット 55 が形成され、このスリット 55 から均一化したマイクロ波が放出される。

## 【0022】

均一化線路 52 では、スロット板 51c から放出された位相の揃ったマイクロ波を利用して、空間的により均一化したマイクロ波の波面を形成する。この均一化線路 52 は、平行平板線路であって、具体的には、その中心線を長軸とする扁平矩形導波管として構成されている。この均一化線路 52 により、各スロット 53 から離散的に放出されたマイクロ波が均一化され、その中心線方向により均一な強度をもつ波面が形成され、この均一化されたマイクロ波はスリット 55 からプラズマ中に放出される。

## 【0023】

とくに、本発明の CVD 装置に用いるマイクロ波供給部 50 の H 面あるいは E 面アンテナからなる均一化線路は、図 5 (a), (b) に示すように、その均一化線路 52 のスロット板 51c からマイクロ波の放出端 54 までの寸法を  $n \cdot \lambda_g / 2$ （ここで、 $\lambda_g$ : 管内波長、 $n$ : 整数）、また、その巾は  $\lambda_g / 2$  として計算して設計する。そして、均一化線路 52 は、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  あるいは  $\text{AlN}$  あるいは石英のような誘電体もしくは気体（気体空間を形成する）で形成し、また、マイクロ波の放出端 54 には、フッ化保護膜 54a をコーティングする。なお、導波管 51 は、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  あるいは  $\text{AlN}$  あるいは石英のような誘電体もしくは気体（気体空間）で形成する。

## 【0024】

また、図 6 (b) に示すように、同位相放出型 H 面アンテナでは、図示のように、 $\lambda_g / 2$  ピッチでその中心線から同位相の電流が流れ、中心線では、電界がほぼ零となるので、比較的電界の高い個所（中心線から距離  $d$  だけオフセットした個所）にスロット 53a を、図 6 (a) に示すように、導波管 51a に中心線を挟んで交互（千鳥状）に形成する。なお、ここで、導波管 51a の終端から末端に形成されたスロット 53a の中点までは  $\lambda_g / 2$  とする。

## 【0025】

E 面アンテナでは、図 7 (a), (b) に示すように、中心線上に  $\lambda_g$  間隔で導波管共振器 51b にスロット 53b を形成する。

【0026】

図8は、このようにして構成されたH面アンテナのスロット板51cの平面図を示す。

【0027】

また、ここで、均一化線路52の基本寸法の計算方法の別の計算例を示すと、図9に示すように、

ここで、

【0028】

【数1】

$$\lambda g = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda c}\right)^2}}$$

$\lambda$ : 自由空間波長

$\lambda c$ : 遮断波長

$\lambda g$ : 管内波長

$\lambda c = 2a$

$a$ : 導波管の巾

$b$ : 導波管の高さ

均一化線路52の長さ1は、基本は $\lambda/4 \sim 3/4\lambda$ とし、その値はシミュレーションで求める。この計算方法では、管内波長 $\lambda g$ でなく、自由空間波長 $\lambda$ を用いて計算する。同様に均一化線路52の巾も $\lambda/2$ として計算する。

【0029】

さらにまた、図10に示すように、均一化線路52をスリット55側を石英Cで、また、スロット53と石英Cとの間に大気Aを介在させて構成した実施例では、

大気中の石英の自由空間波長 $\lambda$  (石英)は、

$\lambda$  (大気)、 $\epsilon$ : 誘電率とすると、

【0030】

【数2】

$$\lambda(\text{石英}) = \frac{\lambda(\text{大気})}{\sqrt{\epsilon}}$$

$\lambda$ : 自由空間波長

$\epsilon$ : 誘電率

図10に示した各部の計算比を適用して〔数2〕にしたがって石英 ( $\epsilon = 3.58$ ) の場合の波長短縮後の波長を計算すると、表2に示すようになる。

【0031】

【表2】

|    | 誘電率<br>$\epsilon$ | 波 長<br>$\lambda$ | $0.75\lambda$ | $0.13\lambda$ | $0.62\lambda$ |
|----|-------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|
| 大気 | 1                 | 122.4mm          | 91.8mm        | 16mm          | —             |
| 石英 | 3.58              | 64.7mm           | 48.5mm        | —             | 40mm          |

さらに、定在波によるプラズマヘッドでのマイクロ波の強度分布の濃淡をなくすために、定在波の低減手段を均一化線路 52 に施す。

【0032】

この定在波低減方法では、図 11 (a) に示すように、均一化線路 52 の空間を誘電率の高いアルミナ ( $Al_2O_3$ ) 等で埋め波長を短縮する。この場合、均一化線路 52 の長さ  $l$  は、 $\lambda$  (自由空間波長) の整数倍  $l = n \cdot \lambda$  となる。

【0033】

また、図 11 (b) に示すように、均一化線路 52 の端部を  $1/4 \lambda$  延長する。

【0034】

さらにまた、図 11 (c) に示すように、均一化線路 52 の端部に誘電損失の大きな電磁波吸収材 (例えばダミーロードや水) を装着して電磁波を吸収する。

【0035】

また、スロット部におけるマイクロ波出力の上昇に伴う異常放電 (スパーク) を防止し、局所的な温度上昇により均一化線路 52 を構成する誘電体が割れるのを回避するために、図 10 に示すように、スロット板 51 c を 3 ~ 5 mm 程度の厚みをもつ剛性のある金属板から構成し、石英、アルミナ等からなる誘電体 C からスロット板 51 c を大気空間 A を介して隔離するようにする。

【0036】

CVDガスの流し方

本発明のマイクロ波プラズマ CVD 装置における成膜用 CVD ガスの流し方については、1) ガスダウンフロー、2) ガスサイドフロー、の 2 方法が用いられる。

[ガスダウンフロー]

ガスダウンフロー方式は、図 12 に示すように、プラズマヘッド 60 a を導波管 61 a、スペーサー 64 a、ベースフランジ 71 a、ベースフランジ 71 a に接続した一対の排気ポート 73 a、基板 6 の上に配設された電極 69 a で構成し、スペーサー 64 a と導波管 61 a の下端面との間にスリット板 62 a を、また、スペーサー 64 a とベースフランジ 71 a の上端面との間に一対の O-リング 65 a を介してウインドウ 63 a を配設し、さらにウインドウ 63 a の下部にスペーサー 67 a を配設して、スペーサー 67 a (均一化線路:) に希釈ガス噴出口 a と原料ガス噴出口 b をもつガス供給ノズル 66 a と、そして、プラズマヘッド 60 a 内に搬入された電極 69 a により生起されたプラズマ雰囲気下にある基板 G の成膜面に向って希釈ガス (例えば、Ar, He) と原料ガス (例えば、SiH<sub>4</sub>) との成膜ガスを矢印で示すように、噴出口 a, b から基板 G に向ってダウンフローさせる。

【0037】

このガスダウンフローにより、特にプラズマ密度の高い部分に成膜ガスが流れ、成膜レートが飛躍的に向上するほか、成膜ガスの均一性が保たれ、ガス供給ノズルへの残留物の付着が防止されることになる。

[ガスサイドフロー]

ガスサイドフロー方式は、図 13 に示すように、プラズマヘッド 60 b を導波管 61 b、スペーサー 64 b、ベースフランジ 71 b、変換フランジ 72 b、ベースフランジ 71 b に接続した一対のガス供給ポート 75 b、排気ポート 73 b、基板 G の上に配設された電極 69 b で構成し、スペーサー 64 b と導波管 61 b の下端面との間にスリット板 62 b を、またスペーサー 64 b とベースフランジ 71 b の上端面との間に一対のローリング 65 b を介してウインドウ 63 b を配設し、ウインドウ 63 b の下端にスペーサー 67 b (均一化線路) を配設する。さらに、スペーサー 67 b の下端面と基板 G の間に形成されたプラズマ室内に三角形状をしたヘッド 76 b を配設する。そして、このプラズマ室内にガス供給ポート 75 b の噴出口 a から希釈ガス (例えば、Ar, He) を、また別の噴出口 b から原料ガス (例えば、SiH<sub>4</sub>) を供給する。両ガスが混合して形成された成膜ガスは、矢印に示すように、ヘッド 76 b の表面に添って基板 G に向って流れ (サイドフロー) 成膜を行い、排気ポート 73 b から排気系へ排出される。この際、ヘッド 76 b の平

坦面 77b の面積を変えることにより、成膜レート及び成膜状況を調整できる。

【0038】

このガスサイドフローにより、成膜ガスの均一性が良くなって排気が促進されるとともに、成膜面の予測が可能になり、かつ、プラズマヘッドのクリーニングが容易になる。また、基板上の成膜巾をガス供給ポートのノズル先端形状で制御できるようになる。

【0039】

ガスシールド

本発明のマイクロ波プラズマCVD装置のプラズマヘッド60には、図14に示すような、ガスシールドを施す。

【0040】

すなわち、図14(a)に示すように、プラズマヘッド60の導波管61の下端に設けられたスペーサー64に真空排気管82を配設し、かつ、スペーサー64の下端に配設され、電極69が配置されたプラズマ処理室を形成する変換フランジ72にN<sub>2</sub>、Arガス等のシールドガス供給管83、83で接続し、それらの下流側にシールドガス(N<sub>2</sub>, Ar)の均一供給を行う抵抗板81、81を配設する。さらに、プラズマ処理室内のガス供給ノズル66から供給された成膜ガスの均一排気を行うための抵抗板80、80を成膜ガスの排気端に設ける。

【0041】

そして、図14(b)に示すように、それぞれの部位の圧力P<sub>1</sub>(プラズマ処理室内の圧力、例えば常圧~1Torr)、P<sub>2</sub>(抵抗板近傍の圧力)、P<sub>3</sub>(プラズマヘッド最外周部の圧力)をP<sub>1</sub><P<sub>3</sub><P<sub>2</sub>になるように、構成すると、各部位間に圧力の壁(山の部分)が形成されて成膜処理室からのガスの漏洩が防止され、完全なガスシールドが構成されるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】本発明の一実施形態であるマイクロ波プラズマCVD装置の概念構成を示す正面図。

【図2】図1に示したマイクロ波プラズマCVD装置の平面図。

【図3】図1に示したマイクロ波プラズマCVD装置に用いるプラズマヘッドを3基並列してクラスタリングした装置の斜視図。

【図4】図3に示したプラズマヘッドのマイクロ波供給部の斜視図。

【図5】図4に示したマイクロ波供給部の概念図であって、図4(a)は、その縦断面図、図4(b)は、その横断面図。

【図6】図4に示したマイクロ波供給部に用いるアンテナの斜視図とアンテナ内のマイクロ波の伝播を示す図であって、図6(a)は、同位相放出型H面アンテナの斜視図、また図6(b)は、マイクロ波のH面アンテナ内での伝播を示す図。

【図7】図7(a)は、同位相放出型E面アンテナの斜視図、図7(b)は、マイクロ波のE面アンテナ内での伝播を示す図。

【図8】図6に示した同位相放出型H面アンテナのスロット板の諸元を示す平面図。

【図9】本発明の一実施形態であるマイクロ波プラズマCVD装置に用いるプラズマヘッドのマイクロ波供給部の基本寸法の計算方法を示す概念図。

【図10】本発明の一実施形態であるマイクロ波プラズマCVD装置に用いるプラズマヘッドのマイクロ波供給部の均一化線路の基本寸法の別の計算方法を示す概念図。

【図11】図1に示したマイクロ波プラズマCVD装置に用いるプラズマヘッドのマイクロ波供給部における定在波低減を図る手段を示すものであって、図11(a)は、その均一化線路を誘電率の高い材料で埋めた実施例を、図11(b)は、均一化線路端を延長した実施例を、図11(c)は、均一化線路端に電磁波吸収材を取り付けた実施例を示す。

【図12】図1に示したマイクロ波プラズマCVD装置のプラズマヘッド(縦断面図)において、CVDガスの流し方を示すものであって、CVDガスをプラズマ処理室

内でダウンフローした実施例を示す。

【図 1 3】図 1 に示したマイクロ波プラズマ C V D 装置のプラズマヘッド（縦断面図）において、C V D ガスをプラズマ処理室内でサイドフローした実施例を示す。

【図 1 4】図 1 に示したマイクロ波プラズマ C V D 装置のプラズマヘッドにおいて、ガスシールドの施し方を示し、図 1 4 （a）は、プラズマヘッドの縦断面図、図 1 4 （b）は、プラズマヘッド内のガス圧の分布を示す。

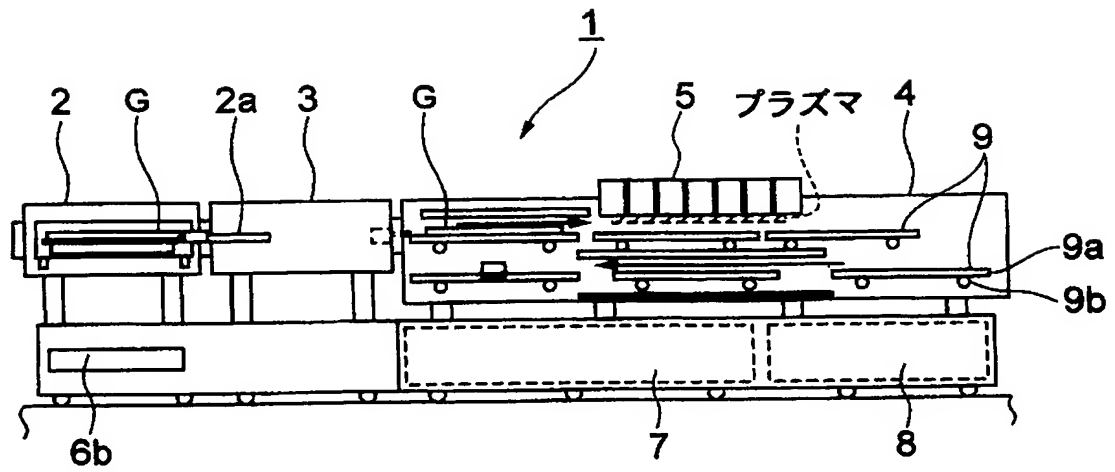
【符号の説明】

【 0 0 4 3 】

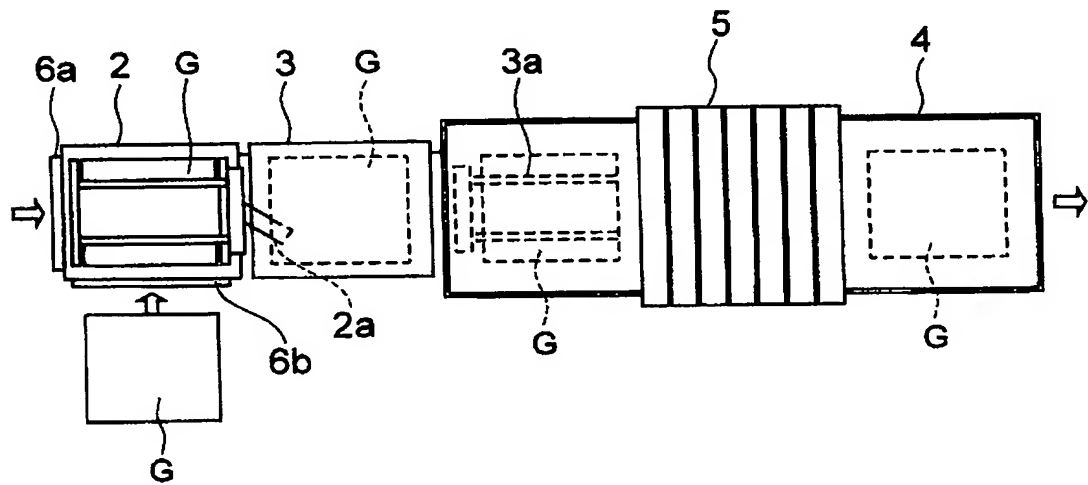
- 1    マイクロ波プラズマ C V D 装置
- 2    ロードロックモジュール
- 3    トランスファモジュール
- 4    プロセスモジュール
- 5    プラズマヘッド
- 6    被処理基板搬入プラットホーム
- 7    ガスユニット
- 8    冷却水ユニット
- 9    無端式基板搬送機構
- 9 a   基板ステージ
- 5 0   マイクロ波供給部
- 5 1   導波管
- 5 1 c   スロット板
- 5 2   均一化線路
- 5 3   スロット
- 5 4   放出端
- 5 5   スリット
- 6 0   プラズマヘッド
- 6 1   導波管
- 6 2   スリット板
- 6 3   ウインドウ
- 6 4   スペーサー
- 6 6   ガス供給ノズル
- 6 7   スペーサー
- 6 9   電極
- 7 1   ベースフランジ
- 7 3   排気ポート
- 7 5   ガス供給ポート
- 8 0   均一排気用抵抗板
- 8 1   均一供給用抵抗板

【書類名】 図面

【図 1】

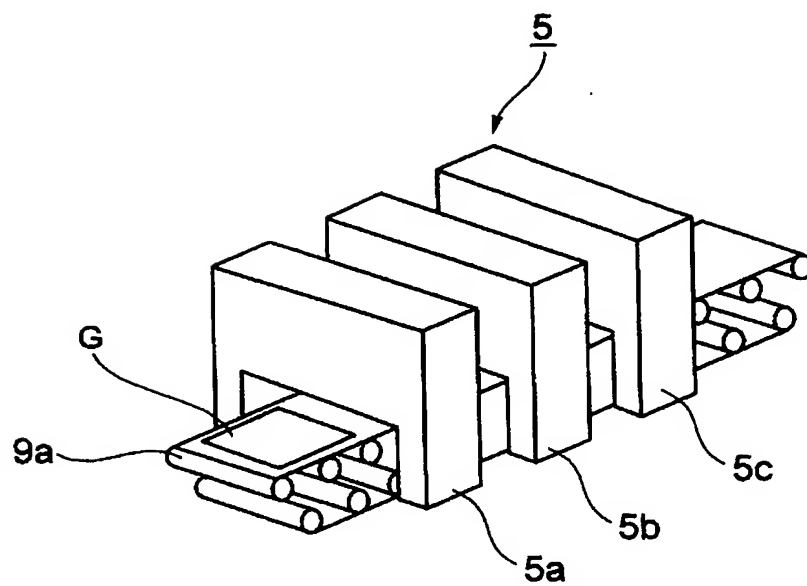


【図 2】

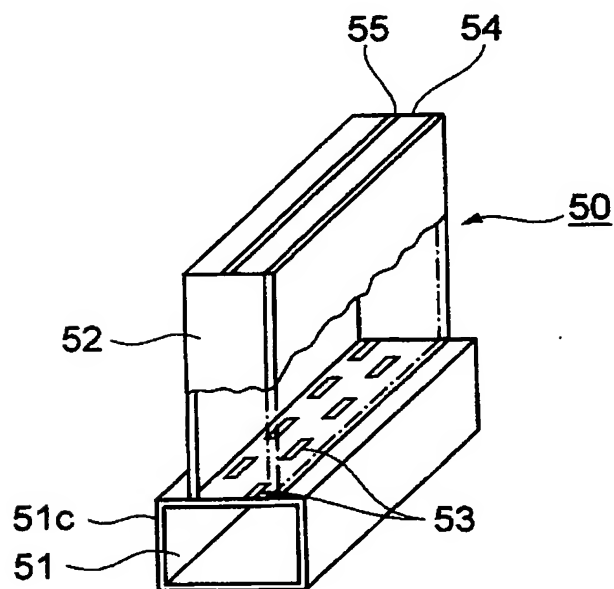




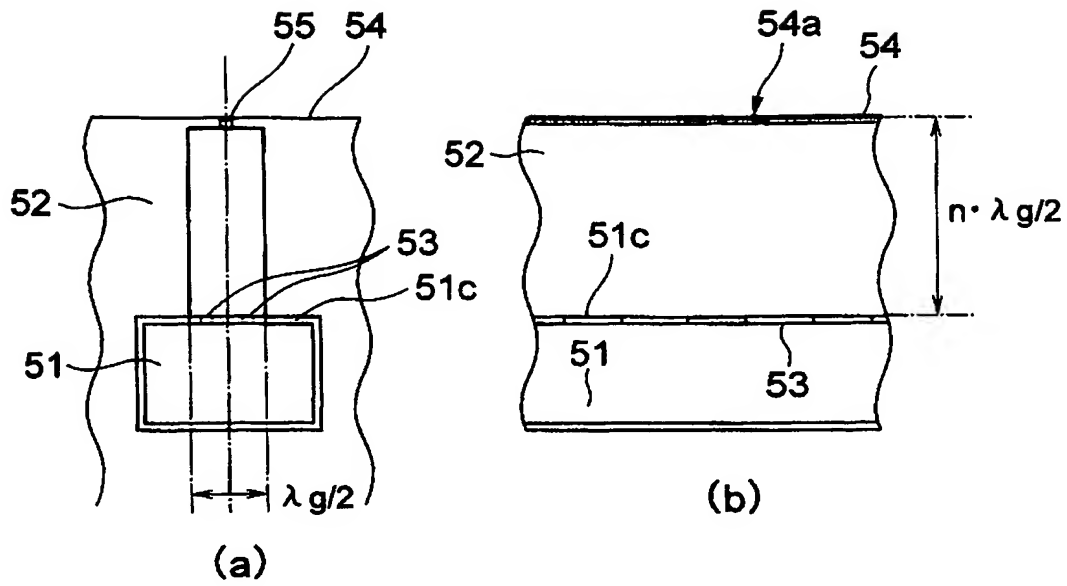
【図 3】



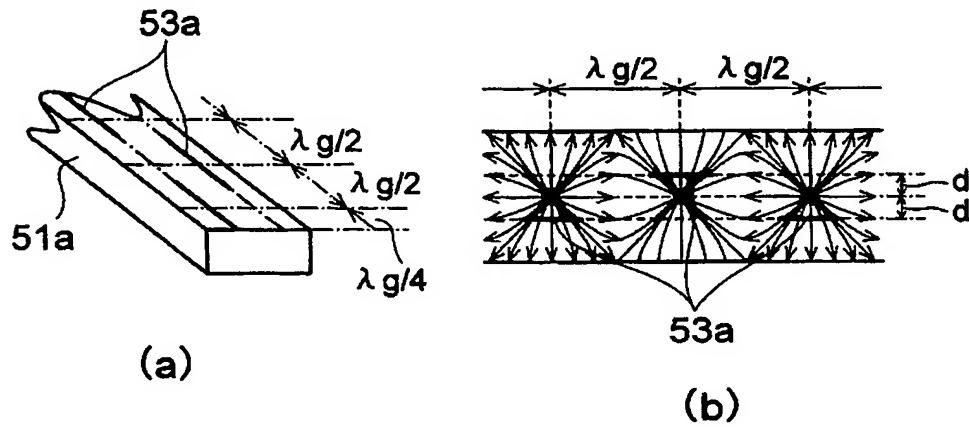
【図 4】



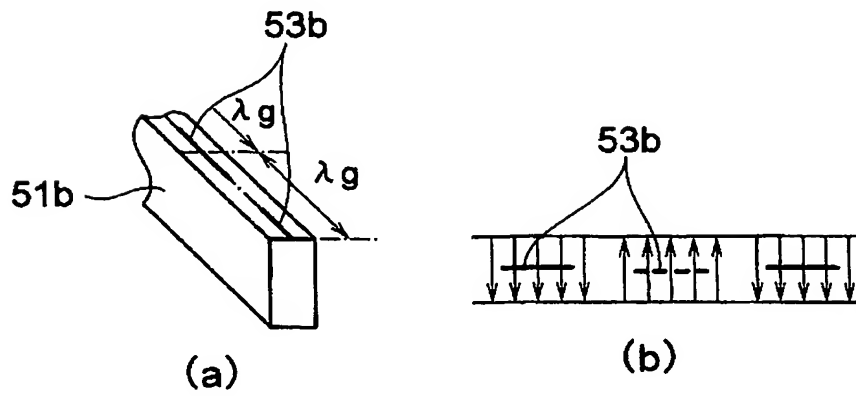
【図 5】



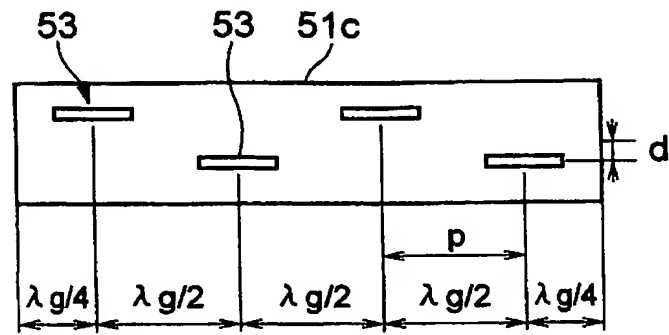
【図 6】



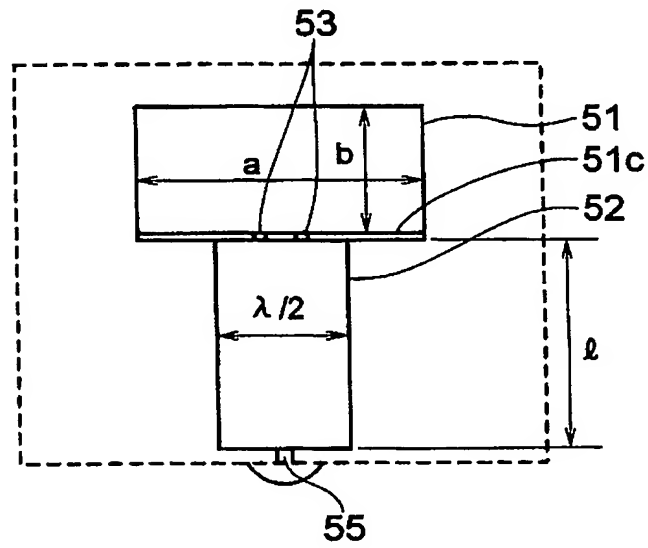
【図 7】



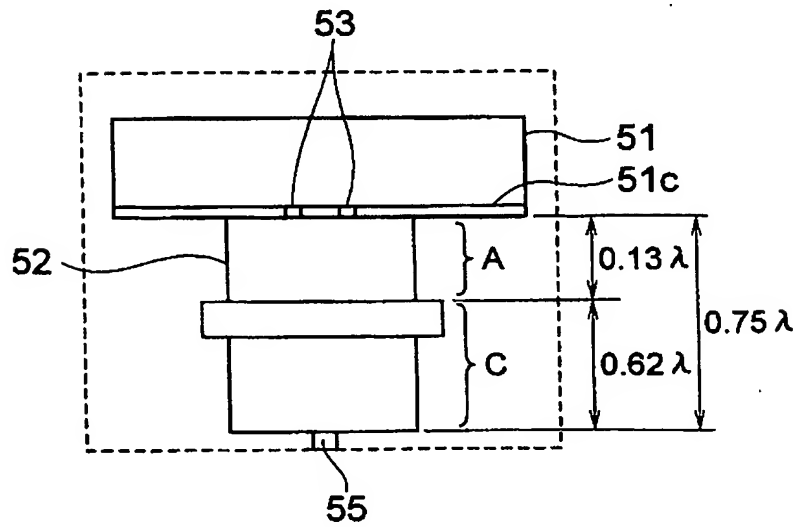
【図 8】



【図 9】

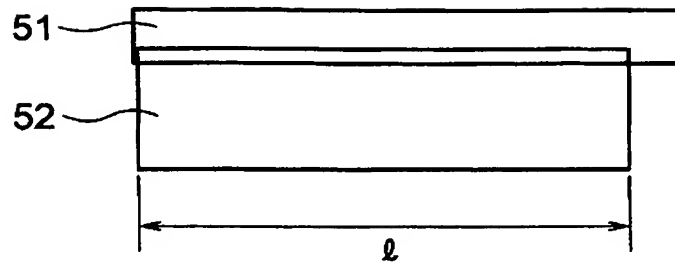


【図 10】

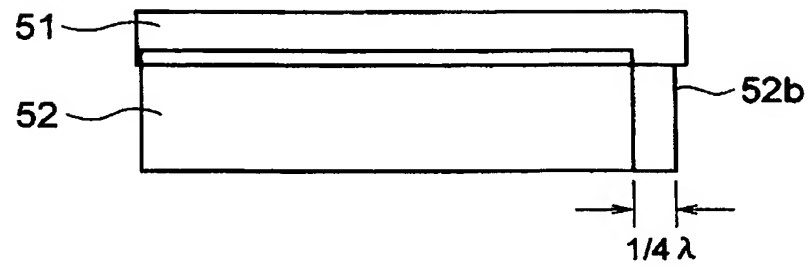


【図 11】

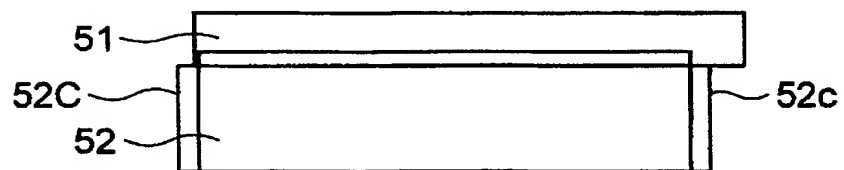
(a)



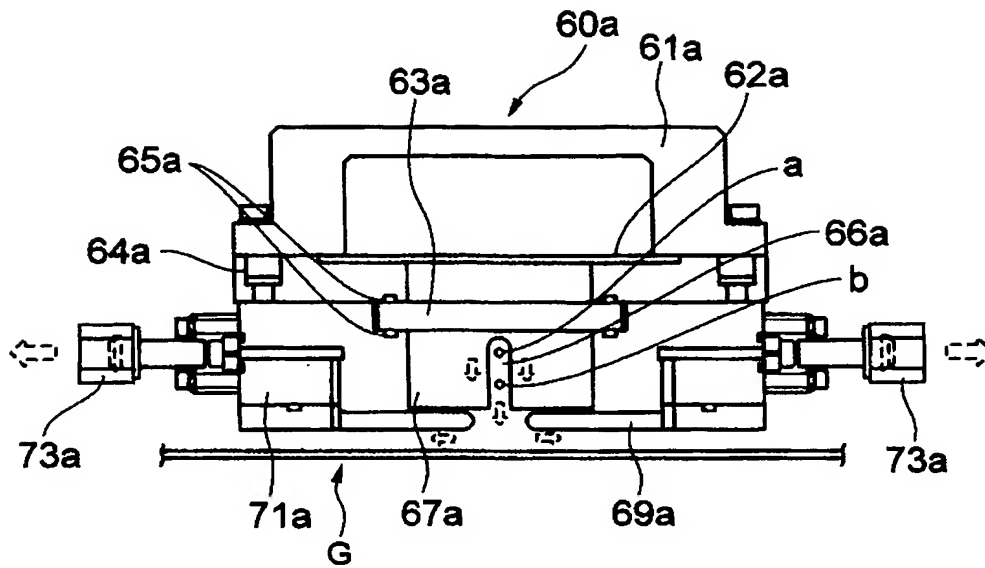
(b)



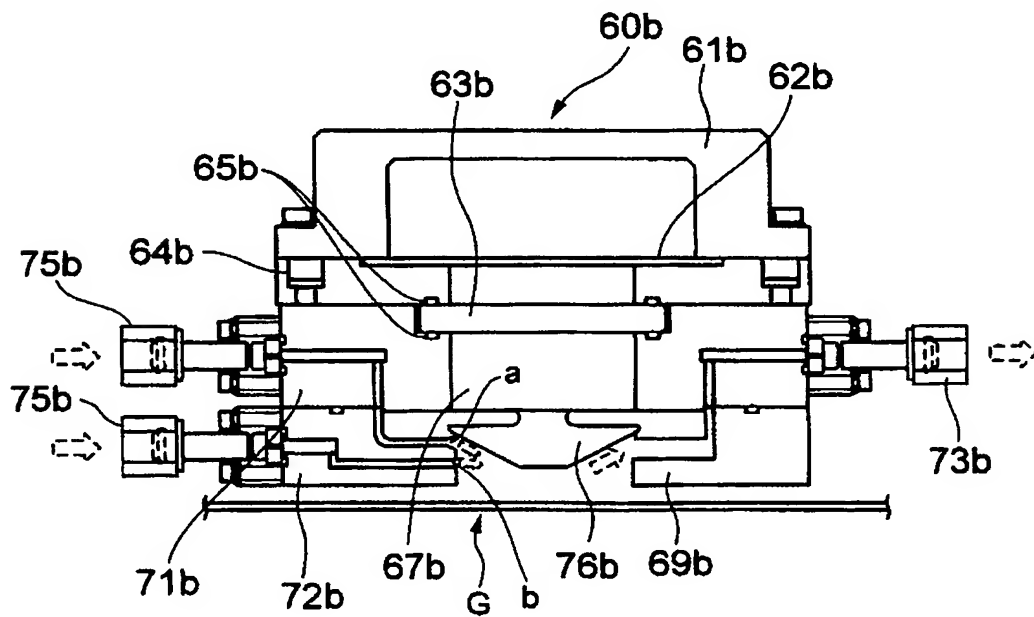
(c)



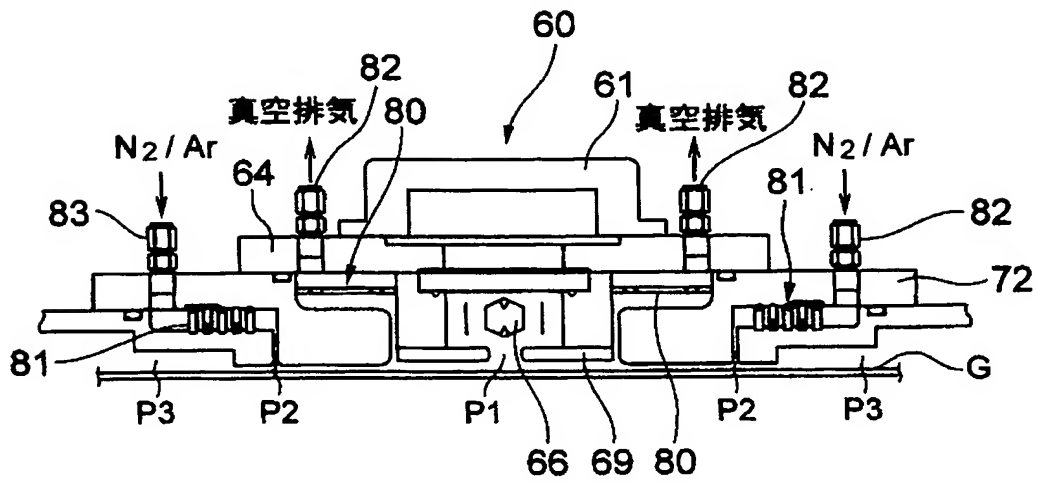
【図 12】



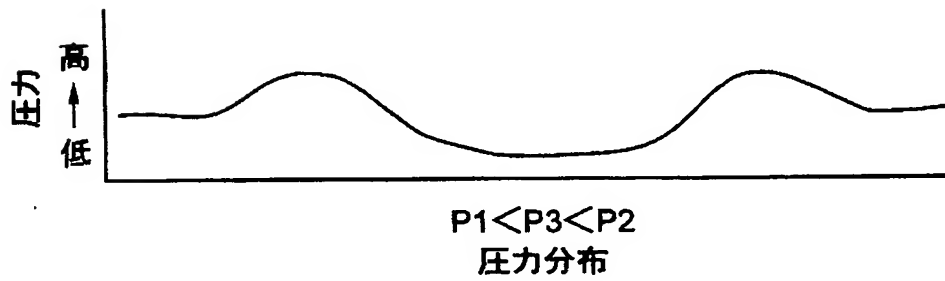
【図 13】



【図14】



(a)



(b)

## 【書類名】要約書

## 【要約】

【課題】 プラズマヘッドに供給するマイクロ波の均一化、処理ガスのフローとガスシールドを完全化し、かつ定在波によるプラズマ密度の不均一化及びプラズマヘッドのスロット部における異常放電の防止することにより、高密度マイクロ波源を利用して線状、かつ高密度プラズマを発生させ、連続して異種の成膜処理を可能にしたマイクロ波プラズマ処理方法、マイクロ波プラズマ処理装置及びそのプラズマヘッドを提供することを目的としている。

【解決手段】 マイクロ波を用いて線状プラズマを形成し、被処理物表面を前記線状プラズマに水平に保ちつつ被処理物の移動中に大気圧下またはその近傍の圧力下で処理を被処理物に施すマイクロ波プラズマ処理方法、マイクロ波プラズマ処理装置及びそのプラズマヘッドにおいて、プラズマヘッドにH面スロットアンテナを備え、該スロットアンテナのスロットを $\lambda g/2$ のピッチで導波管の中心線を挟んで交互に形成し、かつ、前記スロットから前記プラズマヘッドの放出端までの距離 $n \cdot \lambda g/2$ を有するようにする（ここで、 $\lambda g$ :マイクロ波の管内波長）。また、プラズマヘッドにE面スロットアンテナを備え、該スロットアンテナのスロットを $\lambda g$ のピッチで導波管の中心線上に形成し、かつ、前記スロットから前記プラズマヘッドの放出端までの距離 $n \cdot \lambda g/2$ を有する均一化線路を配置する。

【選択図】 図6



特願 2 0 0 3 - 4 3 . 1 9 3 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 5 0 2 2 6 6 3 2 0 ]

|          |                               |
|----------|-------------------------------|
| 1. 変更年月日 | 2 0 0 2 年 7 月 2 4 日           |
| [変更理由]   | 新規登録                          |
| 住 所      | 東京都港区赤坂 2 丁目 4 番 1 号 白亜ビル 3 F |
| 氏 名      | 株式会社フューチャービジョン                |



特願 2 0 0 3 - 4 3 1 9 3 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 2 0 5 0 4 1 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由] 新規登録

住 所 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋 2 - 1 - 1 7 - 3 0 1

氏 名 大見 忠弘

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/019772

International filing date: 24 December 2004 (24.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2003-431939  
Filing date: 26 December 2003 (26.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 17 February 2005 (17.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse